

Protokol za slatkovodne makrobeskralježnjake

Prevela i prilagodila: Renata Matoničkin Kepčija

Protokol za slatkovodne makrobekralježnjake



Svrha

Sakupljanje, identifikacija i brojanje makrobekralježnjaka na postaji na kojoj vršite mjerenja vode

Pregled

Učenici će sakupljati, sortirati, odrediti, te prebrojiti makrobekralježnjake iz staništa na svojoj postaji.

Postignuća

Učenici će naučiti,

- odrediti svoje makrobekralježnjake na svojoj postaji;
- shvatiti važnost reprezentativnog uzorkovanja;
- koristiti bioraznolikost i druge mjere u istraživanju makrobekralježnjaka (napredni nivo);
- ispitati razloge promjene u zajednici makrobekralježnjaka na svojoj postaji (napredni nivo);
- komunicirati s ostalim GLOBE školama i diskutirati o rezultatima projekta
- surađivati s ostalim GLOBE školama (u svojoj zemlji ili u inozemstvu); i
- podijeliti svoja opažanja s ostalima tako da pošalju podatke u GLOBE arhiv.

Ključni koncepti

Tlo ima svojstva boje, teksture i strukture; ono omogućuje rast mnogim vrstama bilja.

Tlo se sastoji od stijena i razgrađene organske tvari.

Organizmi imaju osnovne potrebe.

Organizmi mogu preživjeti samo u okolišu u kojem su njihove osnovne potrebe ispunjene.

Na Zemlji ima mnogo različitih okoliša koji omogućuju život različitim kombinacijama organizama.

Funkcije organizama u odnosu su s okolišem u kojem organizam živi.

Organizmi mijenjaju okoliš u kojem žive.

Ljudi mogu promijeniti prirodni okoliš.

Ekosustavi pokazuju komplementarnu prirodu strukture i funkcije.

Svi organizmi moraju biti sposobni doći do i iskoristiti resurse dok žive u neprekidno promjenjivom okolišu.

Sve populacije koje žive zajedno i fizički čimbenici s kojima međudjeluju čine ekosustav.

Populacije organizama mogu se podijeliti prema funkciji koju obavljaju u ekosustavu.

Živi sustavi zahtijevaju kontinuiran unos energije da bi zadržali svoju kemijsku i fizičku organizaciju.

Međudodnosi organizama evoluirali su zajedno tijekom vremena.

Istraživački pristup

Prepoznati pitanja na koja se može odgovoriti.

Dizajnirati i provesti istraživanje.

Rabiti prikladnu matematiku da bi se analizirali podaci.

Doći do opisa i objašnjenja korištenjem dokaza.

Prepoznati i analizirati alternativna objašnjenja.

Međusobno razgovarati o postupcima i objašnjenjima.

Vrijeme izvođenja

3 do 6 sati da bi se sakupilo uzorke, izbrojilo, odredilo i sačuvalo primjerke organizama

Vrijeme će varirati ovisno o brojnosti i raznolikosti organizama.

Nivo

Srednji i viši

Učestalost uzorkovanja

2 puta godišnje

Materijal i pribor

Radni list za identifikaciju makrozoobentosa

Oprema koja se koristi za fizikalno-kemijsku analizu vode (po izboru)

Gumene rukavice

Više čistih plastičnih posuda (0,5 do 3 l)

Više malih plastičnih bočica

Jedna do četiri boce špricalice (1 do 2 l)

Više 20 ml «šprica» (vrh bi trebao biti otprilike 5 mm u promjeru)

Nekoliko kapalica (vrh bi trebao biti otprilike 2 mm u promjeru)

Veće i manje plastične ili metalne pincete

Nekoliko povećala ili lupa

Dvije do šest bijelih kanti od 5 l

Bijele kadice

Kadica za poduzorkovanje (po izboru)

Dva sita: jedno od 0,5 mm (ili manje), i jedno između 2-5 mm

Ključ za identifikaciju makrobekralježnjaka za vaše područje

Odgovarajuća obuća

Bočice za uzimanje primjeraka pojedinih organizama s otopinom za fiksaciju (70% etanol) i čvrsti poklopci (po izboru)

1 x 1 m kvadrat (po izboru)

Za uzimanje uzoraka u tekućicama s valutičastim dnom*

-kick-mreža (0,5 mm promjera oka)

-štoperica ili sat

-kvadrat bijele tkanine (oko 110 cm x 110 cm)

Za uzimanje uzoraka na muljevitom staništu

-D-mreža

-lopata ili lopatica

Priprema

Vježbajte identifikaciju makrobekralježnjaka rabeći ključeve za identifikaciju.

Izradite ili kupite odgovarajuću mrežu za vašu postaju (ovisno o tipu dna).

Sakupite i izradite materijal za uzorkovanje.

Sakupite slike ili knjige koje prikazuju makrozoobentos vašeg područja.

* označava dno sa supstratom u kojem prevladavaju čestice promjera > 64 mm

Protokol za slatkovodne makrobekralježnjake – Uvod

Makrobekralježnjaci (poznati i pod nazivom makrozoobentos) su sitne životinje bez kralježnice koje se može vidjeti bez pomoći lupe. Žive na površini ili u i na sedimentu vodenih staništa te oko vegetacije ili njenih ostataka. U njih se ubrajaju mnoge ličinke kukaca kao što su komarci, vretenca i tulari koji započinju svoj život u vodi prije nego što sazriju i postanu odrasli kopneni kukci (imago oblik). Ostali primjeri uobičajenih makrobekralježnjaka uključuju rakove (npr. potočne i riječne rakove), puževe, maločetinaše i pijavice. Makrobekralježnjaci mogu naseljavati jezera ili rijeke s ogromnim brojem jedinki – neki od njih i do tisuće jedinki po kvadratnom metru. Također su važan dio hranidbenog lanca.

Makrobekralježnjaci nam mogu reći puno o uvjetima u vodenom staništu. Mnogi od njih su osjetljivi na promjene u pH, otopljenom kisiku, temperaturi, salinitetu, mutnoći i na druge promjene u svom staništu. Stanište je pojam koji uključuje sve što je potrebno organizmu da živi i raste. Uključuje izvore hrane, fizička svojstva okoliša, kao i prostor i materijal za izradu gnijezda, podizanje mladih i čuvanje istih od predatora. Staništa uključuju kamenje, grane, mrtvu i raspadajuću vegetaciju i ostale žive organizme kao što su biljke.

U *Protokolu za slatkovodne makrobekralježnjake* želimo procijeniti bioraznolikost, ispitati ekologiju vodenog staništa i istražiti odnose između rezultata mjerenja kemijskih svojstava vode i organizama na vašoj postaji. Najčešće je nemoguće prebrojiti sve jedinke svake vrste koja je prisutna na staništu. Radi toga, uzimamo uzorke organizama na staništu, te računamo raznolikost koju smo našli u tom uzorku da bismo procijenili istinsku bioraznolikost na staništu. Bioraznolikost je mjera broja različitih vrsta organizama u ekosustavu i broja jedinki svake od njih. Često se bioraznolikost procjenjuje na osnovu podataka o vrstama, ali to može biti i broj jedinki u višoj sistematskoj kategoriji kao što je npr. broj različitih skupina člankonožaca.

Znanstvenici često rabe pojedine mjere da bi saznali što više o ekologiji vodenog sustava. Mjere se izvode iz broja organizama u uzorcima na vašoj i drugim postajama. Jednostavna mjera je broj organizama. Organizmi se također mogu smjestiti u skupine kao što je postotak hranidbenih skupina (strugači, procjeđivači, te predatori), ili postoci kratko-živućih i dugo-živućih svojti.

Mjerenje kemizma vode je kao gledanje u sliku onog što se na staništu dešava upravo u danom trenutku. Mjerenje bioloških čimbenika je kao gledanje filma o stvarima koje su se dešavale tijekom vremena u vodi. Makrozoobentos bilježi povijest vodenog ekosustava budući da su mnoge vrste sesilne ili žive na malom području te žive jednu ili više godina dok voda protječe. Promjene u staništu (uključujući kemizam vode) najvjerojatnije će uzrokovati promjenu u sastavu makrobekralježnjaka.

Napomene za nastavnika

Prethodna priprema

Mnogi nastavnici i učenici slabo poznaju istraživanje i identifikaciju slatkovodnih makrobekralježnjaka, te mogu oklijevati u započinjanju takvog projekta. To nije problem, budući da će ih učenici, jednom kad upoznaju te organizme, smatrati fascinantnima te će podučavati i sebe i druge.

Često za pomoć možete zamoliti stručnjake koji rade na tom području. Skupine koje rade monitoring vodenih ekosustava često su otvorene za suradnju s učenicima. Takvi ljudi vam mogu npr. pomoći u identifikaciji na nivou porodica (što se potiče u protokolu, ali je opcionalni izbor) i u raspravi o važnim indikatorskim vrstama, kao i o endemskim i uvedenim organizama koji su prisutni u vašem području. Ključeve za identifikaciju makrobekralježnjaka možete naći na Internetu ili kupiti u knjižarama (za sada ne na hrvatskom jeziku). Izaberite ključ za identifikaciju koji se može primijeniti na vašem području.

Stupite u kontakt sa stručnjacima na području koje želite istraživati da ne biste uzimali uzorke na prostoru gdje se odvija istraživanje ili gdje ima ugroženih vrsta. Nikako ne želite slučajno ugroziti dugotrajni program monitoringa ili ozlijediti neku ugroženu vrstu.

Da biste učenike upoznali s makrozoobentosom prije terenskog rada, oni mogu na nastavu donijeti organizme iz vodenih staništa blizu svojih kuća.

Definicija postaje i izrada karte

Izaberite 50-metarski dio toka na vašem potoku, rijeci, jezeru ili bari gdje ćete vršiti uzimanje uzoraka makrobekralježnjaka. Izaberite postaju do koje se može doći i gdje se sigurno mogu uzimati uzorci.

Važno je izraditi kartu 50-metarskog dijela postaje koja uključuje sva važna obilježja oko i unutar vodenog staništa, napose, tip staništa na kojem će se vršiti uzimanje uzoraka makrobekralježnjaka (pogledajte *Protokol za definiciju postaje i izradu karte*). Prikažite sva staništa na svojoj karti čak i ako do pojedinih staništa ne možete doći. Opis staništa i izrada karte su važni za razumijevanje i interpretaciju vaših podataka.

Svaki put kad odete na vašu postaju i sakupite makrobekralježnjake, opišite stanište na postaji u vrijeme uzorkovanja. Kako vrijeme prolazi, staništa se mogu promijeniti na vašoj postaji i to bi moglo utjecati na nađeni makrozoobentos. Dodatno,

ukoliko rabite *Protokol za sakupljanje makrobekralježnjaka na različitim dnima*, tipovi staništa i njihov udio će određivati vašu strategiju uzimanja uzoraka. Karta koja je usklađena s vremenom uzorkovanja omogućit će vam da izračunate koliko uzoraka uzeti na svakom staništu u odnosu na novo područje svih dostupnih staništa.

Ovdje su navedena neka pitanja koja se možete upitati da biste lakše identificirali razna staništa na kojima živi makrozoobentos.

1. Da li se radi o tekućici ili stajaćici? Ukoliko je oboje točno, odredite gdje je stanište kakvo.
2. Ukoliko se radi o tekućici, gdje biste je označili brzom, a gdje sporom (barem u odnosu na ostala mjesta na vašoj postaji)?
3. Kakav je supstrat i gdje je – valutice, šljunak, pijesak ili mulj?
4. Da li u vodi ima biljaka?
5. Da li postoji obalna vegetacija?
6. Koja područja su izložena eroziji?
7. Ima li i gdje su srušena debla, grane ili korijenje?
8. Da li obalna vegetacija stvara sjenu navodi?

Ukoliko vaša postaja ima tekuću vodu i kamenito dno, odredite staništa brzaka, staništa normalnog toka i staništa ujezerenja te njihov supstrat: kamenje, valutice ili šljunak. Druga potencijalna staništa u tekućici ili više stajaćoj vodi i močvari su: obale obrasle vegetacijom, podvodna vegetacija, trupci, grane, korijenje, mulj, pijesak i šljunak.

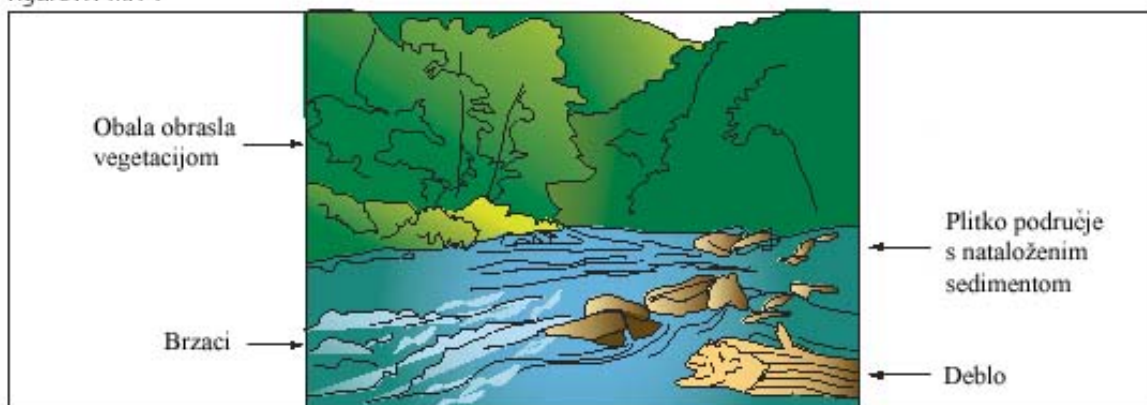
Ujezerenje: dublje područje sa sporijim tokom vode i sitnijim sedimentom

Brzaci: pliće područje s brzo-tekućom vodom i većim sedimentom

Normalan tok: međukategorija između ujezerenja i brzaka. Voda nema turbulenciju kao u brzacima, ali teče brže nego u ujezerenju.

Trupac: otpalo stablo ili grana koja je ukopana u sediment vodenog staništa.

Figure HY-MA-1



Koji protokol koristiti: za valutičasto dno u tekućicama ili za različita dna

Ukoliko je vaša postaja na kojoj mjerite parametre vode na tekućici s vidljivim protokom vode i plića je od 90 cm, koristite *Protokol za slatkovodne makrobeskralježnjake na valutičastom dnu*.

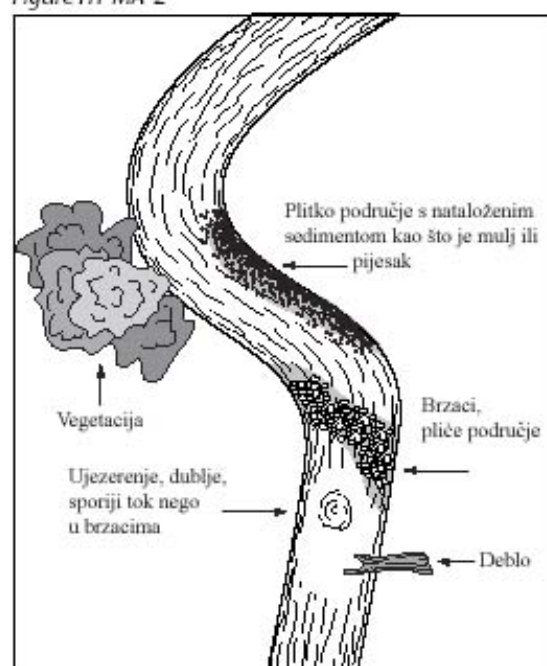
Ukoliko je voda dublja od 90 cm ili ukoliko ima više raznih staništa, rabite *Protokol za slatkovodne makrobeskralježnjake na različitim dnima*. Kada izrađujete kartu, obratite posebnu pozornost na to da prepoznate sva vodena staništa koja su prisutna i procijenite površinu koju pokriva svako od tih staništa. Postotak koji svako dostupno stanište pokriva odredit će broj uzoraka koje ćete uzeti na svakom staništu.

Kada vršiti uzimanje uzoraka

Uzorkovanje trebate vršiti dva puta godišnje u raznim godišnjim dobima.

Toplo/hladno godišnje doba: Ukoliko imate topla/hladna godišnja doba, uzimajte uzorke u proljeće i u jesen. U proljeće biste trebali ići na teren oko vremena otvaranja pupoljaka. Jesensko uzorkovanje trebalo bi se obaviti oko početka opadanja lišća i prije mraza. «Green-up» i «green-down» su opisani u *Fenološkim istraživanjima*. Ukoliko čekate u proljeće do perioda kad vidite puno krilatih kukaca, mnogi od njih će već prerasti svoj vodeni stadij i izaći će iz vode. Nećete ih naći u svojim uzorcima. Ukoliko uzimate uzorke prerano, organizmi će biti premaleni i proći će kroz mrežu ili će ih biti teško raspoznati i odrediti.

Figure HY-MA-2



Vlažno/suho godišnje doba: Ukoliko imate godišnja doba koja se izmjenjuju između vlažnog i suhog, izaberite datum u drugoj polovici vlažnog godišnjeg doba i jedan datum u suhom godišnjem dobu koji je šest mjeseci udaljen od prvog uzorkovanja ukoliko je moguće (ili prije nego što vodeno stanište potpuno presuši).

Uzorkovanje češće od dva puta godišnje se ne preporučuje budući da može uznemiriti i štetiti staništima makrobeskralježnjaka i drugih vodenih organizama.

Protokoli koji mogu biti korišteni u vezi s protokolom za slatkovodne makrobekralježnjake

Protokol za vodu: Učenici mogu istraživati odnose između izmjerenih parametara vode i vrsta makrobekralježnjaka koje su našli na svojoj postaji.

Pokrov: Učenici mogu ispitati vezu između vrsta makrobekralježnjaka koje su našli i tipa pokrova koji okružuje njihovu postaju istraživanja i poriječje.

Priprema za teren

Postoje dvije metode uzimanja uzoraka. Preporučuje se izabrati mjesto uzorkovanja i odrediti koju od tih metoda treba koristiti prije dana uzorkovanja. Postupak uzimanja uzoraka određuje koji tip mreže ćete rabiti.

Neki ili svi učenici će biti u vodi. Oni koji će hodati po vodi trebaju biti prikladno odjeveni, posebice obučeni. Učenice će možda trebati odgovarajuće visoke čizme. Ukoliko imate tenisice, ponesite rezervnu obuću. Također ćete se možda morati presvlačiti.

Ukoliko je moguće, ponesite stolove i stolice na rasklapanje za učenike koji tako mogu prebrojiti i obraditi uzorke na terenu.

Rad s učenicima na terenu

Ukoliko imate puno učenika, neka rade u više timova. Učenicima u timu mogu biti dodijeljeni razni zadatci. Na primjer, dva učenika mogu raditi s mrežom, jedan može držati kantu, jedan može glasno čitati upute, itd.

Zadatak koji će odnijeti najviše vremena je sortiranje i određivanje organizama. Što više timova učenika imate, trebat će više setova pribora.

Kada učenici počnu određivati organizme provjerite da li svi rabe iste kategorije tj. kako rade te ih, ukoliko je potrebno, sakupite zajedno i prodiskutirajte razlike među skupinama te ih ispravno odredite.

Nakon što su svi organizmi sortirani i poslagani u udijeljene posudice za svaku svojtu, zajedno sa skupinom učenika pogledajte sve organizme da biste potvrdili da se svi slažete oko identifikacije. Nakon toga, nastavite bojiti organizme svake svojte i zabilježite podatke na radni list. Od svake svojte, uzmite tri organizma kao predstavnike i fiksirajte ih, a ostale organizme vratite u vodu.

Procedura za mjerenje

Ne uzimajte uzorke na staništima do kojih ne možete sigurno doći. Ukoliko radite uzorkovanje na raznolikim staništima, odredite koliki je postotak površine pojedinog dostupnog (odredite koja staništa se mogu uzorkovati bez opasnosti) staništa. Zabilježite kao meta-podatke koja staništa nisu mogla biti uključena u uzimanje uzoraka.

Kada lijevate vodu s makrobekralježnjacima preko sita ili u kantu, lijevajte je polagano i nježno tako da ih ne ozlijedite. Također nježno rukujte pincetama i špricama.

Učenici bi trebali sortirati i brojati samo makrobekralježnjake. Male ribe, ličinke vodozemaca i drugi organizmi trebaju se vratiti u vodu.

Brojite samo žive makrobekralježnjake. Da biste vidjeli da li su puževi i školjkaši živi, potražite meko tkivo ili čvrsto zatvorenu ljušturu (znak da je životinja tamo i štiti se). Ukoliko vidite puno ljuštura mrtvih životinja, izvijestite o tome u dijelu za komentare i na web stranici. Nemojte brojati svlakove člankonožaca. ukoliko ih je puno i izgleda kao da je upravo puno životinja izašlo iz vode, ili ako su mnoge uginule, izvijestite o tom nalazu u dijelu za komentare i na web stranici.

Organizmi se mogu slomiti dok radite s njima. Prvo izbrojite sve žive organizme. Zanimarite organizme koji izgledaju djelomično razgrađeni. Ostale svježe dijelove pokušajte kombinirati ili npr. brojite samo glave kukaca. Ukoliko ste jako pažljivi sa sitima i uklanjate krupan supstrat te ukoliko pažljivo štrcate vodu, trebali biste naći većinu organizama u cijelosti.

Za sve svojte, koristite radni list za identifikaciju slatkovodnih makrobekralježnjaka da biste zabilježili broj organizama od nula do 100. Ukoliko imate previše životinja da biste ih na vrijeme prebrojili, možete staviti >100 ili možete uzeti poduzorak i prebrojiti ga. Poduzorkovanje je objašnjeno u dijelu s protokolima. Ukoliko imate dovoljno vremena, prebrojite sve organizme u svom uzorku. Što točniji broj jedinki svake svojte omogućava bolju procjenu bioraznolikosti i druge analize koje rade učenici ili znanstvenici.

U *Protokolu za slatkovodne makrobekralježnjake na različitim dnima*, učenici mogu kombinirati uzorke koje su sakupili na svim staništima i zabilježiti ukupan broj jedinki za svaku svojtu, ili mogu istraživati makrobekralježnjake odvojeno za svaki tip dna. Ukoliko izaberu drugu mogućnost, učenici mogu uspoređivati sastav makrobekralježnjaka na različitim dnima. Na GLOBE Web stranicama možete unijeti podatke za

svaku svojtu u pojedinom staništu, ili za sva staništa zajedno.

Fiksirani uzorak reprezentativnih predstavnika vrste nije obavezno uzeti, ali može pomoći pri pripremi učenika kako da pravilno odrede makrobeskralježnjake prije odlaska na teren. Također, sakupljanjem predstavnika svojte, možete ih uspoređivati i na taj način provjeriti da li svaki put točno identificirate jedinke. Primjeri svake svojte se fiksiraju i čuvaju u 70%-tnom etanolu.

Uporaba i održavanje opreme

Sav materijal koji vam je potreban za uzorkovanje može se kupiti (ne u Hrvatskoj, eventualno preko predstavnika), ali učenici mogu također izraditi isti i pri tome se zabaviti uz uporabu uputa iz dijela o konstrukciji opreme. Možete također kupiti neke dijelove opreme, a ostale načiniti. Na primjer, možete kupiti mrežu s promjerom oka 0,5 mm i načiniti D-mrežu te izraditi držač. To je svakako jeftinije nego kupovati profesionalnu D-mrežu.

Sita su veoma korisna u uklanjanju granja i dr. biljnog materijala te u čišćenju organizama i da bi se koncentriralo organizme iz velikog volumena vode (u kanti). Te organizme zatim možete prenijeti u kadu ili posudu za sortiranje i identifikaciju. Sita možete kupiti, ali i izraditi (dio o konstrukciji opreme). Ukoliko ne možete kupiti malu količinu materijala za mreže promjera oka 0,5 mm, možete kupiti tkaninu koja vidljivo ima manji promjer od tog. Manji promjer mreže može uzrokovati zaštopavanje, te ćete morati sporije lijevati vodu i češće provjeravati da biste bili sigurni da se voda ne prelijeva preko ruba sita. Mreža će vam se češće zaštopati i ukoliko imate pijeska ili mulja u uzorku.

Kvadrat nije neophodan a možete ga izraditi od bilo kojeg materijala (uključujući PVC cijevi). Upute za izradu kvadrata nalaze se u dijelu o izradi opreme. Kvadrat je pomoćno sredstvo koje osigurava da sakupljate uzorke iz kvadrata unutar 1 x 1 m.

Nakon svake uporabe, isperite i osušite mreže i sita. Provjerite da li ste uklonili sav detritus i organizme. Važno je provjeriti mreže i sita prije svake uporabe da biste vidjeli jesu li cijela. Učvrstite dijelove koji su se eventualno olabavili. Također popravite ili zamijenite dijelove koji su se slomili ili više nisu za uporabu.

NE koristite izbjeljivače za čišćenje mreža, kanti, sita ili bilo čega drugog što dolazi u kontakt s makrozoobentosom. Izbjeljivači, čak i u maloj količini, mogu ozlijediti ili ubiti makrobeskralježnjake.

Praktični savjeti

Kao što to čine i znanstvenici, neka učenici bilježe terenska zapažanja i podatke o postupku rada da biste mogli izvijestiti što ste radili i da li je bilo odmaka od vaših planova. Ako možete, slikajte faze vašeg terenskog rada, te povedite roditelje ili starije učenike iz GLOBE skupine da budu mentori. Uživajte u učenju o raznolikosti životinja u svijetu oko vas!

Organizacija rada učenika po timovima olakšati će i ubrzati sakupljanje uzoraka, sortiranje i identifikaciju. Takav rad, međutim, zahtijeva više setova opreme.

Umjesto posudica, možete koristiti posude za led u svrhu sortiranja makrozoobentosa.

Učenici mogu rabiti grane da bi obilježili granice 1 m² kada vrše uzorkovanje u muljevitom supstratu. Ponesite drveni metar da biste izmjerili dužinu od 1 m.

Pitanja za daljnja istraživanja

Mogu li biljke oko vaše postaje istraživanja utjecati na to koje makrobeskralježnjake nalazite na vašoj postaji?

Postoji li kakva veza između uzoraka makrozoobentosa i vaših izmjerenih fizičko-kemijskih čimbenika vode?

Kako bi okolno tlo moglo utjecati na staništa makrobeskralježnjaka u vodi?

Postoje li razlike između brojnosti i raznolikosti makrobeskralježnjaka u različitim godišnjim dobima na vašoj postaji? Ako postoji, predložite koji razlog bi bio za to odgovoran.

Na kojim rasponima temperature, otopljenog kisika, i pH nalazite veći postotak svojti kukaca?

Postoje li vodena staništa u kojima obitavaju zajednice makrobeskralježnjaka veće raznolikosti nego u drugima?

Protokol za slatkovodne makrobeskralježnjake na valutičastom dnu u tekućici

Upute za teren

Zadatak

Sakupite tri uzorka makrobeskralježnjaka. Mjesto uzorkovanja ovisi o izgledu vaše postaje i dostupnim staništima. Izaberite područja uzorkovanja prema slijedećem redoslijedu:

1. 3 različita brzaka
2. 3 različita brzaka, 1 normalan tok
3. 2 različita normalna toka, 1 brzaci

Ukoliko ne postoji kombinacija 3 različita brzaka i dijelova normalnog toka, uključite ujezerenja ukoliko i ona imaju valutičasto dno. Ukoliko su prisutna ujezerenja i drugi tipovi dna, rabite *Protokol za slatkovodne makrobeskralježnjake na različitim dnima*.

Što vam je potrebno

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Radni list za identifikaciju slatkovodnih makrobeskralježnjaka | <input type="checkbox"/> Dvije do šest bijelih kanti od 5 l |
| <input type="checkbox"/> Upute za sortiranje, identifikaciju i brojenje slatkovodnih makrobeskralježnjaka u laboratoriju | <input type="checkbox"/> Pincete |
| <input type="checkbox"/> Karta vaše postaje istraživanja | <input type="checkbox"/> Štoperica ili sat |
| <input type="checkbox"/> Pribor i Radni listovi za mjerenje vode za provođenje mjerenja fizičko-kemijskih svojstava vode (po izboru) | <input type="checkbox"/> Gumene rukavice |
| <input type="checkbox"/> Kvadrat bijele tkanine (najmanje 110 sa 110 cm) | <input type="checkbox"/> Kick-mreža |
| | <input type="checkbox"/> Sito (0,5 mm ili manje) |
| | <input type="checkbox"/> Kvadrat 1 x 1 m |
| | <input type="checkbox"/> Jedna do četiri boce štrcalice (1 do 2 l) |

Rad na terenu

1. Odredite područje na kojem ćete sakupljati vaša tri uzorka na vašoj karti i u vodi.
2. Ukoliko radite mjerenja fizičko-kemijskih svojstava vode, uradite to prije uzimanja uzoraka makrozoobentosa. Budite pažljivi da ne uznemirite dno na kojem ćete uzimati makrobeskralježnjake.
3. Napunite kantu s vodom iz vodenog staništa gdje ćete uzimati uzorak.
4. Držeći sito nad drugom kantom, izlijte vodu preko sita. Rabite tu procijeđenu vodu da napunite (i nadopunite u slučaju potrebe) boce štrcalice. Procijeđenu vodu držite u sjeni.
5. Isperite sita nizvodno od mjesta uzorkovanja.
6. Započnite uzorkovanje na postaji koja je najdalje nizvodno. Radite u timovima od 3 do 4 učenika. Položite kvadrat 1 x 1 m na dno toka tako da su dvije strane okomite na smjer toka vode.

7. Dvoje ljudi treba držati mrežu vertikalno u vodi i okomito na struju vode. Pritisnite kick-mrežu čvrsto o dno u liniji s kvadratom i 1 m nizvodno od njega. Voda ne smije teći iznad ili ispod mreže.
8. Započnite raditi u dijelu kvadrata koji je najdalje od mreže. Dva učenika preokreću i struju donje dijelove kamenja i krupnog detritusa koji se nalaze u kvadratu. Taj materijal (kamenje i detritus, npr. grane) možete odložiti izvan kvadrata dok uzorak nije uzet. Ukoliko nađete veće organizme (npr. rakove ili mekušce), stavite ih direktno u kantu. Ukoliko vam neki veliki organizmi pobjegnu, pokušajte ih zapamtiti te ih kasnije zabilježiti na *Radnom listu za identifikaciju slatkovodnih makrobeskralježnjaka*.
9. Nakon što ste ostrugali veće kamenje i detritus, stopalima i rukama ili prutom «prerujte» dno toka unutar kvadrata tijekom točno 3 minute. Jedan učenik treba bilježiti vrijeme dok jedan ili dva studenta rade unutar kvadrata.
10. Podignite kick-mrežu iz vode tako da donji dio podignete pokretom kao da grabite tako da ništa ne pobjegne iz mreže.
11. Vratite se na obalu s mrežom.
12. Položite mrežu preko kvadrata bijele tkanine.
13. Pažljivo uklonite velike organizme i krupni detritus pomoću ruku i pincetama te ih stavite u kadicu koja je do pola napunjena s procijeđenom vodom.
14. Dvoje učenika podižu mrežu dok ostali štrcaju vodu da bi koncentrirali organizme i sitan detritus u jednom kutu mreže.
15. Taj kut mreže s koncentriranim uzorkom položite u kantu. Istresite mrežu i tapkajte po njoj te pomoću štrcalice ubacite cijeli sadržaj u kantu.
16. Isperite i kvadrat bijele tkanine u kantu da biste bili sigurni da imate sve makrobeskralježnjake u uzorku.
17. Stavite kantu u sjenu sve dok niste spremni za sortiranje, identifikaciju i brojenje organizama.
18. Ponovite korake 6-17 za ostala dva uzorka.
19. Koristite *Upute za sortiranje, identifikaciju i brojenje slatkovodnih makrobeskralježnjaka u laboratoriju* da biste sortirali, identificirali i prebrojili makrobeskralježnjake koje ste sakupili.

Protokol za slatkovodne makrobeskralježnjake na različitim dnima

Upute za teren

Zadatak

Sakupite uzorke makrobeskralježnjaka s jednog ili više tipova slijedećih mikrostaništa: obale obrasle vegetacijom, podvodna vegetacija, trupci, grane, korijenje, mulj, pijesak, te šljunak. Broj uzoraka za svaki tip dna proporcionalan je površini koju pokriva takvo stanište na vašoj postaji. Ukupno sakupite 20 uzoraka.

Što vam je potrebno

- Radni list za identifikaciju slatkovodnih makrobeskralježnjaka
- Lopata ili lopatica
- Karta vaše postaje istraživanja
- Sito (0,5 mm ili manje)
- Pribor i Radni listovi za mjerenje vode za provođenje mjerenja fizičko-kemijskih svojstava vode (po izboru)
- Kvadrat 1 x 1 m (za mikrostaništa s muljevitim, pjeskovitim i šljunčanim dnom)
- Dvije do šest bijelih kanti od 5 l
- Jedna do četiri boce štrcalice (1 do 2 l)
- D-mreža
- Kalkulator (po izboru)
- Gumene rukavice

Rad na terenu

1. Odredite područje na kojem ćete sakupljati vaše uzorke na vašoj karti i u vodi.
2. Procijenite postotak svakog od dostupnih mikrostaništa unutar vaše postaje.
3. Rabeći Radni list za identifikaciju slatkovodnih makrobeskralježnjaka izračunajte broj uzoraka koje morate uzeti na svakom tipu dna za sveukupno 20 uzoraka.
4. Ukoliko radite mjerenja fizičko-kemijskih svojstava vode, uradite to prije uzimanja uzoraka makrozoobentosa. Budite pažljivi da ne uznemirite dno na kojem ćete uzimati makrobeskralježnjake.
5. Napunite kantu s vodom iz vodenog staništa gdje ćete uzimati uzorak.
6. Držeći sito nad drugom kantom, izlijte vodu preko sita. Rabite tu procijeđenu vodu da napunite (i nadopunite u slučaju potrebe) boce štrcalice. Procijeđenu vodu držite u sjeni.
7. Isperite sita nizvodno od mjesta uzorkovanja (ili dalje od mjesta uzorkovanja ukoliko voda nije tekuća).
8. Započnite uzimanje uzoraka nizvodno i krećite se uzvodno kako uzimate uzorke s različitog tipa dna. Ukoliko voda nije vidljivo tekuća, uzimajte uzorke na način koji će minimalizirati učinak uzimanja uzorka na okolni supstrat.
9. Rabite Upute za teren da biste uzeli uzorak s
 - podvodne vegetacije
 - obale obrasle vegetacijom ili oko trupaca, grana, te korijenja
 - muljevitog dna

- pjeskovitog i šljunkovitog dna
10. Zabilježite broj uzoraka koje ste uzeli na svakom tipu dna na *Radni list za identifikaciju slatkovodnih makrobeskralježnjaka*. Ukupan broj bi trebao biti 20 uzoraka. Ukoliko je broj uzoraka po tipu dna različit od onog što ste planirali, objasnite zašto u dijelu za komentare.

Tehnika za uzimanje uzoraka makrobekralježnjaka za podvodnu vegetaciju

Upute za teren

Rad na terenu

1. Uronite D-mrežu u vodu dok skoro ne dosegne dno ispred vegetacije. Provjerite da li se mreža odmotala od otvora i da li je spremna za uzimanje uzoraka.
2. Pogurnite D-mrežu horizontalno u vegetaciju tako da dva puta podignete sediment pomoću mreže.
3. Podignite mrežu prema gore kroz vegetaciju jednolikim pokretom dok ne dođete do površine vode.
4. Polagano podignite D-mrežu iz vode. Kako se voda procjeđuje kroz mrežu, provjerite da niti jedan organizam ne pobjegne tako da se popne preko ruba. To je jedan uzorak.
5. Rabite procijeđenu vodu iz štrcalice da koncentrirate sve organizme i detritus na dnu mreže.
6. Uхватite dno mreže i pažljivo preokrenite mrežu da biste sav sadržaj prebacili u kantu. Koristite štrcalice da biste bili sigurni da ste sve organizme i detritus prebacili u kantu.
7. Stavite kantu(kante) u sjenu dok ne budete spremni za sortiranje, brojenje i identifikaciju organizama.
8. Ponovite korake 1-7 dok ne sakupite onaj broj uzoraka koji trebate za taj tip dna.

Tehnika za uzimanje uzoraka makrobekralježnjaka za obale obrasle vegetacijom ili oko trupaca, granja i korijenja

Upute za teren

Rad na terenu

1. Držite D-mrežu u zraku tako da se odmota te bude spremna za uzimanje uzoraka.
2. U neprekinutom pokretu, uronite mrežu u vodu, povucite je prema obali, ili oko trupca(trupaca), grane(grana) ili korijena(korijenja) tako da idete prema dnu.
3. Zarinite mrežu dva puta u sediment.
4. Podignite mrežu kroz vode.
5. Polagano podignite mrežu iz vode. Kako se voda procjeđuje kroz mrežu, provjerite da niti jedan organizam ne pobjegne tako da se popne preko ruba. To je jedan uzorak.
6. Rabite procijeđenu vodu iz štrcalice da koncentrirate sve organizme i detritus na dnu mreže.
7. Uхватite dno mreže i pažljivo preokrenite mrežu da biste sav sadržaj prebacili u kantu. Koristite štrcalice da biste bili sigurni da ste sve organizme i detritus prebacili u kantu.
8. Stavite kantu(kante) u sjenu dok ne budete spremni za sortiranje, brojenje i identifikaciju organizama.
9. Ponovite korake 1-8 dok ne sakupite onaj broj uzoraka koji trebate za taj tip dna.

Tehnika za uzimanje uzoraka makrobekralježnjaka za muljevita dna

Upute za teren

Rad na terenu

1. Koristite kvadrat ili procijenite površinu dna 1 x 1 m.
2. Postavite otvor D-mreže unutar jedne strane kvadrata (nizvodno ukoliko se radi u tekućici) i gurnite je 4 cm u sediment.
3. Pomičite mrežu preko 1 x 1 m kvadrata a zatim polagano podignite djelomično D-mrežu iz vode.
4. Pomičite dno mreže naprijed-natrag u vodi tako da se dio sedimenta ispere.
5. Podignite mrežu iz vode i kako voda teče iz nje pazite da neki od organizama ne pobjegne na način da se popne van iz mreže. Možda će mreža biti tako teška da je jedan učenik mora pridržavati na donjem dijelu. Na ovaj način uzeli ste jedan uzorak.
6. Rabite procijeđenu vodu iz štrcalice da koncentrirate sve organizme i detritus na dnu mreže.
7. Uхватite dno mreže i pažljivo preokrenite mrežu da biste sav sadržaj prebacili u kantu. Koristite štrcalice da biste bili sigurni da ste sve organizme i detritus prebacili u kantu.
8. Stavite kantu(kante) u sjenu dok ne budete spremni za sortiranje, brojenje i identifikaciju organizama.
9. Ponovite korake 1-8 dok ne sakupite onaj broj uzoraka koji trebate za ovaj tip dna.

Tehnika za uzimanje uzoraka makrobekralježnjaka za šljunak i pijesak

Upute za teren

Rad na terenu

1. Položite kvadrat na pjeskovito tj. šljunkovito dno te postavite D-mrežu nizvodno (ukoliko se radi o tekućici) unutar i uz jednu stranu kvadrata.
2. Jedan učenik drži mrežu dok drugi koristi lopaticu ili lopatu da bi podigao gornja 4 cm supstrata i stavio ga u mrežu. Pomaknite zatim mrežu do dijela koji učenik podiže sve dok ne uzmete uzorak s cijelog kvadrata.
3. Polagano podignite D-mrežu djelomično iz vode. Pomičite dno mreže naprijed-natrag u vodi da biste isprali sitniji sediment.
4. Podignite mrežu iz vode i kako voda teče iz nje pazite da neki od organizama ne pobjegne na način da se popne van iz mreže. Jedan učenik bi trebao pridržavati mrežu s donje strane da se ne bi razderala jer može biti preteška. Na ovaj način ste uzeli jedan uzorak.
5. Rabite procijeđenu vodu iz štrcalice da koncentrirate sve organizme i detritus na dnu mreže.
6. Uхватite dno mreže i pažljivo preokrenite mrežu da biste sav sadržaj prebacili u kantu. Koristite štrcalice da biste bili sigurni da ste sve organizme i detritus prebacili u kantu.
7. Stavite kantu(kante) u sjenu dok ne budete spremni za sortiranje, brojenje i identifikaciju organizama.
8. Ponovite korake 1-7 dok ne sakupite onaj broj uzoraka koji trebate za ovaj tip dna

Upute za sortiranje, identifikaciju i brojenje slatkovodnih makrobeskralježnjaka

Laboratorijski priručnik

Zadatak

Sortirajte makrobeskralježnjake u taksonomske skupine.

Prebrojite ili procijenite broj jedinki u svakoj svojtji.

Sačuvajte i fiksirajte tri reprezentativne jedinke za svaku svojtju (po izboru).

Što vam je potrebno

- Nekoliko šprica za injekcije (20 ml s vrhom od otprilike 5 mm u promjeru)
- Velike plastične pincete
- Male pincete
- Nekoliko povećala ili lupa
- Nekoliko kapalica (od 3 ml s vrhom otprilike 2 mm u promjeru)
- Više čistih plastičnih posuda (0,5 do 3 l) označenih (kako radite) s imenom svojtje
- Jedna do četiri boce štrcalice (1 do 2 l)
- Najmanje 2 bijele plastične kadice
- Dva sita (0,5 mm (ili manja), i jedno između 2 i 5 mm) (po izboru)
- Dvije do šest kanti
- Mnogo malih plastičnih bočica
- Malene bočice za reprezentativne predstavnike s naljepnicama i napunjene 70% etanolom te a poklopcem koji dobro dihta
- Trajni markeri
- Olovke
- Gumene rukavice
- Ključevi za određivanje makrobeskralježnjaka
- Radni list za određivanje slatkovodnih makrobeskralježnjaka*

Rad u laboratoriju

1. Ispunite gornji dio Radnog lista za određivanje slatkovodnih makrobeskralježnjaka.
2. Navucite rukavice.
3. Koristeći špricu ili pincetu uzmite velike organizme iz vaših kanti. Stavite ih u kadicu.

Napomena: Možete sve uzorke spojiti zajedno te ih onda sortirati i odrediti ili ih držite zasebno kao uzorke s različitih mikrostaništa.

4. Ukoliko imate valutica ili kamenja u vašim uzorcima, izvadite ih iz kante te rabite štrcalicu da ih isperete iznad kante s uzorkom prije nego što ćete ih baciti.
5. Ukoliko je voda u vašim kantama čista, bez detritusa, i ukoliko ima prilično mali volumen, možete izliti uzorak u kadicu da biste počeli sortiranje. Krenite dalje s korakom 13.

6. Ukoliko imate puno vode, sedimenta ili detritusa, prelijte vodu s uzorkom preko sita. Stavite sito s finijom mrežom ispod onog s grubljom. Držite sito unutar vršnog dijela čiste kante.
7. Nježno i polagano prelijte vodu iz kante koja sadrži organizme na sito. Ukoliko se sito zaštopa, lagano ga potupkajte po dnu da bi voda iscurila.
8. Svako malo, prenesite sadržaj sita u kadicu i isperite ga nad kadicom pomoću boce štrcalice. Ostali učenici mogu početi sortirati organizme iz kadice.
9. Isperite i grančice (ako ih ima u uzorku) iznad sita.
10. Stavite grančice u kadicu s vodom te ih pregledajte.
11. Isperite kantu nekoliko puta pomoću štrcalica, a vodu procijedite preko sita.
12. Preokrenite sva sita iznad kadice i štrcajte vodu po dnu sita da biste prebacili sadržaj u kadicu.
13. Radite u timovima. Rabite ključeve za identifikaciju da biste odredili jedinke do najnižeg mogućeg taksonomskog nivoa (traže se koljeno, razred, ili red, a porodica, rod ili vrsta ukoliko je moguće). Imajte na umu da neki nastavci na tijelu kao što su noge ili ticala mogu nedostajati jer su se slomili u mreži ili na situ.
14. Koristite plastične posudice da sortirate organizme u različite svojte. Ukoliko ne znate o kakvom se organizmu radi, stavite ga u posebnu posudu i pregledajte kasnije pod lupom ili zatražite pomoć stručnjaka.
15. Ukoliko su organizmi veliki i drže se za detritus, koristite pincetu da ga nježno oslobodite. Ukoliko plivaju ili plutaju, koristite špricu ili kapalicu da ih ulovite.
16. Ukoliko različiti timovi sortiraju i određuju organizme, kombinirajte zajedno posudice za iste svojte.
17. Da biste izbrojili broj jedinki svake svojte, izolirajte nekoliko organizama odjednom pomoću pincete, šprice ili kapalice i prenesite ih u drugu posudu. Bilježite broj na papir.
18. Izbrojite makrobekralježnjake u svakoj svojti do 100 jedinki. Ukoliko imate više od 100 jedinki, možete raditi tri stvari.
 1. izvijestiti > 100,
 2. nastaviti brojenje,
 3. koristiti *Protokol za poduzorkovanje slatkovodnih makrobekralježnjaka* da bi se procijenio ukupan broj organizama ove svojte.

Napomena: Ukoliko je moguće, izbrojite sve jedinke budući da je to točnije nego poduzorkovanje, ali je i ono svakako informativnije nego izvijestiti da ima > 100.
19. Kako brojite, pažljivo pogledajte organizme da biste se uvjerali da nema grešaka u identifikaciji. Ukoliko nađete jedinku koja spada u različitu svojtu, obavijestite učenika koji broji tu svojtu i prenesite organizam u njegovu posudu.
20. Izvijestite o ukupnom broju organizama koje ste našli na *Radnom listu za identifikaciju makrobekralježnjaka*. Uključite i organizme koje ste prebrojili na terenu ali su pobjegli.
21. Po izboru: Za svaku svojtu koju ste odredili, sačuvajte tri jedinke kao reprezentativne vrste za daljnje reference. Stavite te organizme u bočicu za uzorke koja sadrži 70%-tni etanol.

22. Označite bocu s etiketom:

Postaja
Datum
Koljeno, razred, red (porodica, rod i vrsta, ukoliko znate)
70% etanol

23. Vratite preostale žive makrobeskralježnjake u vodu.

Poduzorkovanje slatkovodnih makrobeskralježnjaka

Upute za teren

Zadatak

Sakupiti 20% originalnog uzorka za svaku svojtu

Što vam je potrebno

- Rešetka za pod-uzorkovanje s nivoom
- Komadići papira s oznakama mreže
- Šešir ili vrećica
- Posuda od 500 ml

Rad na terenu

1. Zabilježite volumen rešetke na *Radni list*.
2. Zabilježite ukupan broj kvadrata rešetke na *Radni list*.
3. Pomnožite ukupan broj kvadrata s 0,2 da biste dobili broj kvadrata iz kojih trebate uzeti uzorak.
4. Napišite brojeve iz rešetke na komadiće papira i stavite ih u šešir ili u vrećicu. Izvucite ih dovoljno za 20%. Makrobeskralježnjaci će biti sakupljeni iz tih kvadrata na rešetki.
5. Prebacite sve organizme iz svojte čiji broj želite procijeniti pod-uzorkovanjem u posudu. Volumen vode zajedno s volumenom organizama mora odgovarati volumenu rešetke.
6. Prilagodite rešetku za pod-uzorkovanje tako da savršeno odgovara volumenu vode.
7. Promiješajte sadržaj posude te ga izlijte na rešetku, tako da jednoliko rasporedite sadržaj preko rešetke. Ukoliko je nivo rešetke usklađen s volumenom uzorka, organizmi će biti u svojim “bazenima” koji su nastali od uzdignutih linija na rešetki.
8. Ukoliko je posuda s rešetkom stabilna te je broj organizama po kvadratu mali, organizmi iz nasumce izabranih kvadrata mogu biti prebrojeni na rešetki. U drugom slučaju, rabite špricu od injekcije da biste sakupili organizme iz nasumce izabranih kvadrata i prenesite ih u posudu te ih zatim izbrojite.
9. Izračunajte ukupan broj organizama za ovu svojtu. Ukoliko ste prebrojili 20% vaših kvadrata, pomnožite broj organizama koji ste dobili s 5 da biste procijenili ukupan broj organizama ove svojte.
10. Zabilježite postotak kvadrata koje ste pod-uzorkovali i procijenjeni ukupan broj jedinki koje ste uzorkovali za ovu svojtu na *Radni list za identifikaciju makrobeskralježnjaka*.

Pitanja koja se često postavljaju

1. Da li moram rabiti mrežu s promjerom oka 0,5 mm?

Da. Ukoliko se koristi mreža s prevelikim promjerom oka, sitni makrobeskralježnjaci će biti izgubljeni iz uzorka. Svi trebaju rabiti mreže iste veličine da bi podaci bili međusobno usporedivi.

2. Zašto moramo uzeti uzorak iz što više različitih tipova dna (mikrostaništa) koja su dostupna?

Da biste našli što više organizama koji tamo žive. Varijabilnost organizama koji se nađu može biti veća između različitih tipova dna nego među različitim godinama. Uzimajući uzorak iz više mikrostaništa, dobivamo bolji uvid u bioraznolikost i zdravlje ekosustava.

3. Što da radimo ukoliko želimo odrediti makrobeskralježnjake do nivoa porodice, roda i vrste?

Svakako vas se potiče da krenete tim smjerom, tj. da rabite ključeve za identifikaciju makrobeskralježnjaka za vaše područje, te da kontaktirate stručnjake koji vam u tome mogu pomoći. Podatke o tome možete zapisati na *Radni list za identifikaciju makrobeskralježnjaka* i dodatne radne listove ako vam treba više prostora. Ove podatke možete poslati preko stranice za unos podataka na GLOBE web site-u.

4. Zašto ne brojimo protiste i druge skupine kao što su Gastrotricha?

Ti organizmi također imaju važnu ulogu u vodenom ekosustavu. međutim, većina tih organizama je jako sitna. Samo nekoliko ih je iznad 0,5 mm, te se ne smatraju makrobeskralježnjacima.

5. Zbog čega postoje različiti nivoi identifikacije za različite skupine životinja?

Klasifikacija nam pomaže u organizaciji predmeta, misli i svijeta. Vi ćete odrediti većinu organizama do nivoa reda. Za neke skupine, i taj nivo identifikacije zahtijeva veliko znanje o nejasnim vanjskim i unutrašnjim obilježjima, ili korištenje jako preciznih mikroskopa da bi se vidio npr. oblik ili obilježje sitnih dlačica. Taksonomski nivo identifikacije koji se predlaže u ovom protokolu lakše je postići uz pomoć manjeg povećanja. Ukoliko vam se taksonomija sviđa i želite odrediti organizme do nivoa porodice, roda, ili vrste, učinite to i pošaljite podatke preko GLOBE web stranica.

6. Što da napravimo ako nam kvadrat potone u mulj i ne vidimo ga?

Možete pričvrstiti plovak za kvadrat ili jednostavno procijeniti površinu 1 x 1 m.

Predložena literatura i web stranice:

Na žalost, postoji jako malo literature na hrvatskom jeziku o makrozoobentosu. Dosta literature možete naći na Internetu, ali budite pažljivi s ključevima. Naime, najčešći (i najjednostavniji za uporabu) su oni za SAD, a neke svojite tamo uključene uopće ne dolaze na području Hrvatske tj. Europe. Neke od navedenih slikovnih ključeva možete rabiti da biste došli do reda (npr. Ephemeroptera). Ukoliko imate mogućnosti naručiti neki od *user-friendly* ključeva, birajte one iz nama bliskih zemalja. Slijedi popis dijela referentne literature.

Kerovec, M. (1986): Priručnik za upoznavanje naših potoka i rijeka. Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.

Kerovec, M. (1988): Ekologija kopnenih voda. Mala ekološka biblioteka, Knjiga 3, Hrvatsko ekološko društvo i dr., A. Pelivan, Zagreb

Engelhardt, W. (2003): Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher. Pflanzen und Tiere unsere Gewässer. Kosmos Verlag, Stuttgart.

<http://geographyfieldwork.com/ECOSTRIMED%20Protokol%20Procedure.htm>

<http://celan-water.uwex.edu/pubs/www/wwwc.pdf>

<http://clean-water.uwex.edu/wav/otherwav/riverkey.pdf>

<http://clean-water.uwex.edu/wav/otherwav/pondkey.pdf>

http://www.sosva.com/download_the_field_sheets_for_th.htm

Protokol za slatkovodne beskrjalježnjake – Analiza i interpretacija podataka

Da li podaci imaju smisla?

Kada analizirate podatke koje ste dobili, provjerite da li ste odredili organizme koji uistinu dolaze na vašem području. Na primjer, ako živite na višoj nadmorskoj visini gdje su vodene temperature relativno niske, a odredili ste svojtu koja živi samo u toploj vodi, možete se zapitati da li ste ispravno izveli identifikaciju. Provjerite svoje reprezentativne primjerke te svojte da biste potvrdili identifikaciju.

Provjerite također da li su svojte makrobeskrjalježnjaka koje ste našli karakteristične za tip supstrata koji ste uzorkovali. Ukoliko ste uzorak uzeli na jezeru s muljevitim dnom a odredili ste puno obalčara koji tipično žive na valutičastom supstratu, sigurno ćete provjeriti svoje reprezentativne primjerke.

Također, ukoliko ste našli veliku brojnost neke rijetke svojte, opet provjerite da li ste dobro proveli određivanje. Ukoliko ste sigurni da ste dobro proveli identifikaciju, možda bi bilo dobro konzultirati stručnjaka sa sveučilišta ili nadležnih ustanova jer to može biti veoma vrijedan podatak.

Zašto su ovi podaci važni i što nam kazuju?

Znanstvenici analiziraju makrozoobentos da bi odredili koliko je različitih organizama prisutno i kolika je njihova raznolikost (bioraznolikost). Postoji puno različitih vrsta makrobeskrjalježnjaka. Pojedine vrste se češće nađu u određenom tipu staništa od drugih. Na primjer *Oligochaeta* (maločetinaši) mogu biti puno brojniji u muljevitoj jezercu nego u šljunkovitom potoku dok brojnost *Plecoptera* (obalčara) u jezercu može biti puno manja.

Znanstvenici mogu usporediti podatke o kemizmu vode i podatke o makrobeskrjalježnjacima da uvide koji obrasci se mogu pronaći i da to usporede s uvjetima na staništu, kao što su čimbenici vode koji se mjere

u GLOBE-u. Znanstvenici uspoređuju različite postaje da uoče obrasce između staništa, te proučavaju ista staništa da vide koje se promjene dešavaju tijekom godišnjih doba i tijekom godine.

Procjene bioraznolikosti

Da bi procijenili bioraznolikost, znanstvenici uzimaju u obzir i broj jedinki pojedine vrste i broj različitih vrsta. Broj različitih vrsta naziva se *richnes* (u hrvatskom se koristi broj vrsta ili broj svojta). Broj jedinki naziva se brojnost. Znanstvenici također uzimaju u obzir relativnu brojnost vrsta; to se naziva *evenness* (jednolikost). Velik broj vrsta i velika jednolikost općenito se smatra pokazateljima visoke bioraznolikosti. Primjeri navedeni u daljnjem tekstu prikazuju zašto su i broj različitih svojti i broj jedinki svake svojte potrebni da bi se procijenila bioraznolikost. Učenici su prikupili podatke iz tri tekućice:

Tekućica 1	Tekućica 2	Tekućica 3
50 maločetinaša	25 maločetinaša	45 maločetinaša
50 pijavica	25 pijavica	50 pijavica
ukupno 100	25 ličinki vretenaca 15 ličinki tulara 10 ličinki kornjaša	2 ličinke vretenaca 2 ličinke tulara 1 ličinka kornjaša
	ukupno 100	ukupno 100

Uzorci iz sve tri tekućice imaju ukupno 100 organizama, ali je njihova raznolikost različita. Bioraznolikost je veća u Tekućicama 2 i 3 budući da je tamo nađeno 5 različitih svojti, dok je u Tekućici 1 nađeno samo 2 svojte. Ipak, Tekućica 3 ima puno maločetinaša i pijavica a samo nekoliko ličinki vretenaca, tulara i kornjaša. Tekućica 2 ima jednoliku raspodjelu jedinki za svaku svojtu koja je pronađena. U ovom primjeru, Tekućica 2 ima najveću bioraznolikost budući da ima veću jednolikost nego Tekućica 3.

Jedini način na koji možemo znati točnu bioraznolikost rijeke, jezera ili bare je da izbrojimo sve organizme. Općenito, to je nemoguće! Zbog toga znanstvenici uzimaju uzorke, određuju i broje različite vrste unutar uzorka, kao što ste vi uradili, te koriste jednadžbe da bi odredili bioraznolikost u uzorku. Vrijednost bioraznolikosti u uzorku rabi se kao procjena bioraznolikosti čitavog vodenog ekosustava.

Postoji više matematičkih formula koje se koriste za procjenu bioraznolikosti u uzorku organizama. Shannon-Weiner-ov indeks (prikazan u daljnjem tekstu) je formula koja se često koristi. Ona kombinira jednolikost i bogatstvo vrsta te doseže maksimalnu vrijednost kada su sve vrste jednoliko zastupljene. Vrijednosti Shannon-Weiner-ovog indeksa, kao i drugi pokazatelji bioraznolikosti, mogu se uspoređivati među raznim vodenim staništima da bi se odredilo koje ima najveću raznolikost organizama. Općenito, veća raznolikost ukazuje na «jači» ekosustav kada uspoređujete slične postaje, na primjer, usporedba dva mala potoka u istom poriječju.

Shannon-Weiner-ov indeks bioraznolikosti:

$$BI = -\sum_{i=1}^k x_i \log_2 x_i$$

gdje je:

k = broj svojti koje ste našli, a

x_i = udio svojte i

\log_2 = logaritam baze 2

Za primjer, možemo usporediti bioraznolikost ove tri tekućice.

Tekućica 1

Svojta	Broj jedinki	x = udio (broj jedinki/ukupan broj jedinki)	$\log_2 x$	$x \log_2 x$
Maločetinaši	50	50/100 = 0,5	-1	-0,5
Pijavice	50	50/100 = 0,5	-1	-0,5

$$BI = -\sum_{i=1}^k x_i \log_2 x_i$$

$$= -(-0,5 + -0,5) = 1$$

Tekućica 2

Svojta	Broj jedinki	x = udio (broj jedinki/ukupan broj jedinki)	$\log_2 x$	$x \log_2 x$
Maločetinaši	25	0,25	-2	-0,5
Pijavice	25	0,25	-2	-0,5
Ličinke vretenaca	25	0,25	-2	-0,5
Ličinke tulara	15	0,15	-2,74	-0,41
Ličinke kornjaša	10	0,1	-3,32	-0,33

$$BI = -\sum_{i=1}^k x_i \log_2 x_i$$

$$= -(-0,5 + -0,5 + -0,5 + -0,41 + -0,33) = 2,24$$

Tekućica 3

Svojta	Broj jedinki	$x = \text{udio (broj jedinki/ukupan broj jedinki)}$	$\log_2 x$	$x \log_2 x$
Maločetinaši	45	0,45	-1,15	-0,52
Pijavice	50	0,5	-1,00	-0,50
Ličinke vretenaca	2	0,02	-5,64	-0,11
Ličinke tulara	2	0,02	-5,64	-0,11
Ličinke kornjaša	1	0,01	-6,64	-0,07

$$BI = -\sum_{i=1}^k x_i \log_2 x_i$$

$$= -(-0,52 + -0,50 + -0,11 + -0,11 + -0,07) = 1,31$$

Prema tome, indeks bioraznolikosti za Tekućicu 2 je najviši, 2,24, nakon kojeg slijedi Tekućica 3 s vrijednošću od 1,31 te Tekućica 1 s vrijednošću 1, a ti rezultati potvrđuju našu inicijalnu procjenu bioraznolikosti.

Korištenje makrobeskralježnjaka kao indikatora stresa u vodenom ekosustavu

Znanstvenike koji istražuju ekosustave često zanima što se događa s organizmom kada je izložen različitim oblicima stresa. Stres može biti uzrokovan od strane prirodnih događaja ili ljudskim djelovanjem. Primjer prirodnog stresa u vodenom sustavu je snažna oluja koja dovodi do velikih poplava. Mnogi makrobeskralježnjaci u tom slučaju mogu uginuti ili biti otplavljeni. Poplave mogu dovesti do akumulacije mulja na područjima gdje je uglavnom šljunak. To će dovesti do promjena makrobeskralježnjaka koji mogu živjeti na tom staništu.

Parametri dobiveni korištenjem makrobeskralježnjaka često se rabe za ispitivanje stresa koji utječe na vodena staništa. Parametri se definiraju kao varijable koje je lako izračunati iz podataka o makrobeskralježnjacima, a odgovaraju na stres na neki predvidiv način. Mjere su načinjene tako da vrednuju odgovore zajednice makrozoobentosa na čimbenike koji utječu na njihovo stanište. Kombiniranjem podataka o brojnosti različitih svojti s karakteristikama kao što su ekološke uloge tih svojti u ekosustavu i tolerancijom na stres, može se puno naučiti o vodenom ekosustavu.

Da bi se okarakterizirao vodeni ekosustav te da bi se vidjelo do kojeg stupnja makrobekralježnjaci mogu živjeti na staništu koje je pod nekom vrstom stresa, znanstvenici analiziraju podatke o makrobekralježnjacima da bi dobili parametre u nekoj od slijedećih kategorija:

- mjere bogatstva vrsta,
- parametri sastava zajednice,
- parametri tolerancije ili netolerancije na stres,
- parametri vezane uz ishranu,
- parametri staništa, te
- parametri životnog ciklusa

U daljnjem tekstu su objašnjena nekih od ovih mjera koje se koriste. Postoji ih još mnogo i možete ih pronaći u knjigama i časopisima.

Mjere bogatstva zajednice

mjera koja se uobičajeno koristi za rijeke i potoke je broj Ephemeroptera (vodencvjetovi), Trichoptera (tulari) i Plecoptera (obalčari) koji se nađu na istraživanoj postaji. Za močvare, znanstvenici često uzimaju u obzir broj Hemiptera (polukrilci), Coleoptera (kornjaša) i Odonata (vretenca). Očekuje se da brojnost ovih vrsta opada s jačim stresom.

Mjere sastava zajednice

U rijekama i potocima, koristi se udio makrobekralježnjaka u uzorku koji pripadaju u Ephemeroptera + Trichoptera + Plecoptera (%EPT). U močvarama, znanstvenici koriste udio Ephemeroptera, Trichoptera, Sphaeriidae, te Odonata (%ETSD). Niži postotak može ukazati na okoliš pod stresom. Bilo bi zanimljivo vidjeti što se događa s tom mjerom za vrijeme i nakon sušne godine.

Znanstvenici također mjere % Diptera (komarci, mušice) ili % Chironomidae (trzalci). Istraživanja su pokazala da oba parametra rastu s povišenjem stresa, na primjer, povišena količina mulja ili smanjena količina otopljenog kisika.

% dominantne svojte (%DT-dominant taxon) je broj organizama najbrojnije svojte u odnosu na ukupan broj organizama u uzorku. Više vrijednosti ukazuju na okoliš koji je jače pod stresom te gdje se samo jedan organizam veoma dobro razvija.

Parametri tolerancije/netolerancije

Može se usporediti postotak svojti koje se smatraju tolerantnima na promjene s postotkom svojti koje se smatraju netolerantnima. Visok omjer %tolerantnih/%netolerantnih ukazuje na okoliš koji je jače pod stresom.

Parametri ishrane

Možemo naučiti puno o ekosustavu ako pogledamo kako jedu organizmi koji u njemu žive. U brzim tekućicama, postotak sakupljača, filtratora, omnivora i detritivora često se povećava sa stresom kao što je suša koja rezultira u sporijem protoku i sniženoj količini kisika, ali može uzrokovati sasvim drugačiju zajednicu u močvari. Pomak iz biljojeda i filtratora na detritivore kao što su maločetinaši može ukazivati na pojavu jače sedimentacije.

Parametri staništa

Parametar staništa koji se često rabi je postotak organizama koji se pričvrste za podlogu (clingers). Takve vrste imaju skloništa ili prijanjalke koje im omogućavaju ostanak na mjestu u tekućoj vodi. Njihov broj se smanjuje sa stresom.

Parametri životnog ciklusa

Parametri životnog ciklusa odnose se na organizme koji se brzo razvijaju i žive kratko vrijeme ili na one koji su dugo-živući. Mnoge kratko-živuće vrste povećavaju se u brojnosti kada se pojačava stres dok se brojnost dugo-živućih vrsta smanjuje. Neke kratko-živuće vrste su snažno vezane uz sezonu tj. sezonske su.

Kao što vidite, vaši podaci omogućuju vama i znanstvenicima istraživanje i učenje mnogih specifičnih obilježja vodenih ekosustava.

Određivanje slatkovodnih makrobekralježnjaka

Radni list

Ime škole: _____

Ime/oznaka razreda ili skupine: _____

Ime(na) učenika koji sakupljaju podatke: _____

Datum uzimanja uzoraka: Godina: _____ Mjesec: _____ Dan: _____

Ime postaje istraživanja: _____

Za postaju s valutičastim dnom u tekućici:

Brzaci: Broj uzoraka: _____

Normalan tok: Broj uzoraka: _____

Ujezerenja: Broj uzoraka: _____

(Ukupno uzoraka = 3)

Za postaju s raznolikim staništima:

Stanište	Procjena % površine	Broj uzoraka (% površine x 20)/100
Podvodna vegetacija		
Obale obrasle vegetacijom, oko trupaca, grana, korijenja		
Muljevito dno		
Šljunak ili pijesak		
Ukupno	100%	20 uzoraka

